



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



نقش ملاتونین و سلنیوم در افزایش تاب آوری و عملکرد لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی

زهره امینی^۱، محمد مهدی رحیمی^۲، مهدی حسینی فرهی^{۳*}، سید ماشاله حسینی^۴، ابوالفتح مرادی^۵

۱- دانشجوی دکتری، گروه آگروتکنولوژی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

۲- استادیار، گروه آگروتکنولوژی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

۴- دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۵- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

*نویسنده مسئول: mehdi.hosseinfarahi@iau.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر ملاتونین و سلنیوم در افزایش تاب آوری و عملکرد لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی در منطقه سردسیر شمال استان فارس، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان اقلید در شمال استان فارس اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سه سطح تنش خشکی (بدون تنش T1 و آبیاری پس ۸۰ میلی‌متر T2 (تنش متوسط) و ۱۰۰ میلی‌متر T3 (تنش شدید) تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) بود. فاکتور فرعی اول محلول پاشی شاخ و برگ شامل سه سطح ملاتونین (M1=0، M2=100، M3=200 میکرومولار) فاکتور فرعی دوم شامل سلنیوم از منبع سلنیت سدیم در دو سطح (Se1=0، Se1=5 میلی‌گرم در لیتر) بود. در این آزمایش صفات عملکرد، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد اگر چه لوبیا با آبیاری بدون تنش و استفاده از مکمل‌های ملاتونین و سلنیوم می‌تواند عملکرد قابل توجهی داشته باشد اما در شرایط فعلی منطقه اقلید که با کمبود آب مواجه شده است استفاده از ملاتونین و سلنیوم در ایجاد عملکرد مناسب می‌تواند اثر مثبت داشته باشد.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، سلنیوم، ملاتونین

مقدمه

خشکسالی تولید سبزیجات خوراکی در سراسر جهان، از جمله لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris L.*) را که یک محصول مهم اقتصادی است و به شدت به بارندگی مطلوب یا آبیاری فراوان وابسته است، به خطر می‌اندازد (ملاوند و همکاران، ۲۰۲۳). تنش خشکی باعث ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیک مختلفی می‌شود، مانند مهار فتوسنتز، اختلال در متابولیسم کربوهیدرات، تخریب پروتئین‌ها و پراکسیداسیون لیپیدها، در نتیجه رشد و نمو گیاه را مهار می‌کند. بنابراین، افزایش بهره‌وری محصول تحت تنش‌های خشکی برای پاسخگویی به نیازهای غذایی فزاینده جمعیت جهان که به سرعت در حال رشد هستند، ضروری است. کاربرد برون‌زای تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به عنوان یک رویکرد امیدوار کننده برای بهبود تحمل محصول

به تنش خشکی در نظر گرفته می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از مولکول‌های کوچک مانند ملاتونین نشان دهنده یک استراتژی جدید و موثر برای بهبود محصول است. ملاتونین به عنوان یک مولکول چند عملکردی تقریباً در تمام موجودات زنده وجود دارد. اثر متداول تنش خشکی، تجمع بیش از حد است گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است. در زمان فتوسنتز و تنفس تولید ROS، تجمع بیش از حد ROS باعث آسیب اکسیداتیو به پروتئین‌ها، DNA، RNA و فعالیت آنزیم می‌شود (گویی و همکاران، ۲۰۱۷). اثرات متنوع ملاتونین در بروز پاسخ‌های فیزیولوژیکی را به ویژگی آنتی‌اکسیدانی نسبت می‌دهند. ملاتونین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان در بسیاری از فعالیت‌های سلولی عمل کرده و در گیاهان به عنوان یک روبشگر عالی گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) گونه‌های فعال نیتروژن (RNS) است. همچنین موجب فعال شدن پاسخ آنتی‌اکسیدانی سلول و فاکتورهای رونویسی مختلف شده، در نتیجه آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و آنزیم‌های چرخه آسکوربات گلوکاتایون فعال می‌شوند (علمی و احمدی موسوی، ۱۴۰۱). سلنیوم یک عنصر کم صرف ضروری برای انسان و حیوانات است و در تعدادی از فرایندهای بیولوژیکی نقش مهمی دارد. گرچه نقش آن در گیاهان هنوز به درستی شناخته نشده است اما نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که این عنصر در فیزیولوژی و متابولیسم گیاهان نقش دارد. همچنین نقش آنتی‌اکسیدانی مهمی در گیاهان و انسان دارد و ماده‌ی معدنی کمیاب مهمی در بدن انسان می‌باشد. سلنیوم در متابولیسم سلول‌های گیاهی نقش مهمی را ایفا می‌کند. سلنیوم (Se) یک شبه فلز موجود در محیط است و توسط ریشه‌های گیاهان به صورت سلنات (SeO_4^{2-}) و سلنیت (SeO_3^{2-}) جذب می‌شود. به دلیل شباهت شیمیایی آن به گوگرد، سلنات همراه با جذب و ترکیب سولفات جذب و ترکیب می‌شود. در حالی که سیستم انتقال فسفات در جذب سلنیت نقش دارد. برخلاف حیوانات و انسان‌ها، سلنیوم برای گیاهان خشکی‌زی ضروری نیست، اما در غلظت‌های پایین برای رشد گیاه و تحمل تنش مفید است. گزارش شده است که سلنیوم باعث جوانه‌زنی بذر، افزایش رشد رویشی، تنظیم رشد زایشی و به تأخیر انداختن پیری در گیاهانی می‌شود که در محیط‌های بدون تنش رشد می‌کنند. علاوه بر این، چندین مطالعه گزارش داده‌اند که تیمار با سلنیوم، آسیب‌های ناشی از تنش‌های غیرزیستی مانند شوری، خشکسالی، فلزات سنگین، دمای بالا و پایین، نور زیاد یا تابش UV-B را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، سلنیوم ثابت شده است که محتوای پرولین، کاروتنوئید و کلروفیل گیاهان را افزایش می‌دهد. همچنین تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مانند رادیکال هیدروکسیل ($\bullet OH$) را کاهش می‌دهد (بورلی و همکاران، ۲۰۲۱). محلول پاشی اشکال مختلف سلنیوم به طور فزاینده‌ای برای افزایش غلظت سلنیوم در محصولات غذایی و سبزیجات با اثرات افزایش عملکرد و افزایش کیفیت استفاده شده است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که محلول پاشی سلنیوم می‌تواند سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی، کیفیت تغذیه‌ای و طعم گیاهان را افزایش دهد (ماتئوس و همکاران، ۲۰۲۱).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی نقش ملاتونین و سلنیوم در افزایش تاب‌آوری و عملکرد لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی در منطقه اقلید، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان اقلید در شمال استان فارس اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سه سطح تنش خشکی (بدون تنش T1 و آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر T2 (تنش متوسط) و ۱۰۰ میلی‌متر T3 (تنش شدید) تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) بود. فاکتور فرعی اول شامل محلولپاشی سه سطح ملاتونین ($M1=0$ ، $M2=100$ ، $M3=200$ میکرومولار) فاکتور فرعی دوم شامل محلولپاشی شاخ و برگ سلنیوم از منبع سلنیت سدیم در دو سطح ($Se1=0$ ، $Se1=5$ میلی گرم در لیتر) بود. بذر مورد استفاده لوبیا چیتی رقم صالح از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اقلید تهیه شد. کرت‌ها شامل ۴ خط کاشت با طول ۵ متر، فاصله کرت‌ها از هم ۵۰ سانتی متر و فاصله بلوک‌ها دو متر بود. کاشت به صورت هیرم‌کاری به روش دستی در اواسط اردیبهشت انجام شد. در پایان فصل رشد عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری گردید. داده‌ها توسط نرم افزار SAS آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد همچنین برای ترسیم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج

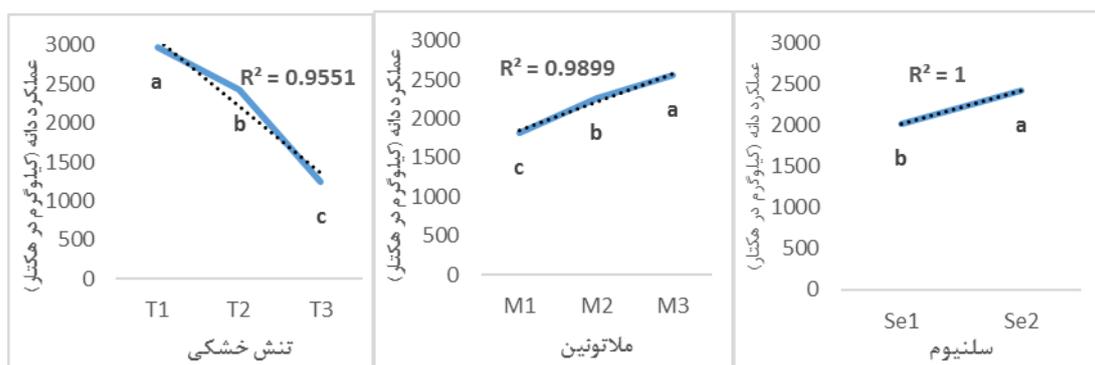
نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده عملکرد و اجزای عملکرد در جدول ۱ نشان داده شده است. در این نتایج دیده می‌شود که اثرات اصلی و اثرات متقابل دوگانه تیمارها بر عملکرد در سطح آماری یک درصد معنی دار شده است. همچنین اثرات تیمارها بر تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه نیز در سطح آماری ۱٪ و ۵٪ معنی دار شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (df)	عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه
تکرار (R)	۲	۱۶۴۲۲/۲۲	۰/۱۶۶۶۶۶۷	۰/۷۲۴۶۲۹۵
تنش خشکی (T)	۲	/۸۹**	۲۳/۳۸۸۸۸۸۹**	۱۰۷/۱۰۵۷۴۰۷**
خطای ۱ (Error 1)	۲	۹۱۹/۴۴	۰/۳۰۵۵۵۵۶	۰/۳۷۲۹۶۳۰
ملتونین (M)	۲	۲۴۵۵۷۱۶/۶۷**	۶۲/۳۸۸۸۸۸۹**	۱۴۲/۳۰۶۸۵۱۹**
سلنیوم (Se)	۱	۲۲۰۰۱۸۵/۱۹**	۲۲/۶۸۵۱۸۵۲	۱۷۴/۲۴۰۷۴۰۷**
T×M	۴	۷۴۸۲۲/۲۲**	۱/۰۲۷۷۷۷۸	۰/۹۷۱۸۵۱۹
T×Se	۲	۸۵۸۹۶/۳۰**	۳/۱۲۹۶۲۹۶*	۴/۶۷۱۲۹۶۳**
M×Se	۲	۵۲۷۳۵/۱۹**	۳/۱۲۹۶۲۹۶*	۲۰/۵۷۹۰۰۷۴۱**
تنش خشکی × ملتونین × سلنیوم (T×M×Se)	۴	۱۳۸۲۹/۶۳	۱/۱۵۷۴۰۷۴	۳/۱۶۶۲۹۶
خطای ۲ (Error 2)	۳۰	۳۷۳۸/۱۵	۰/۵۹۲۵۹۲۶	۰۳۶۸۶۲۹۶
ضریب تغییرات (CV)		۲/۷۶	۹/۵۵	۱/۶۵

** و * نمایانگر معنی دار بودن در سطح آماری ۱٪ و ۵٪ می‌باشد.

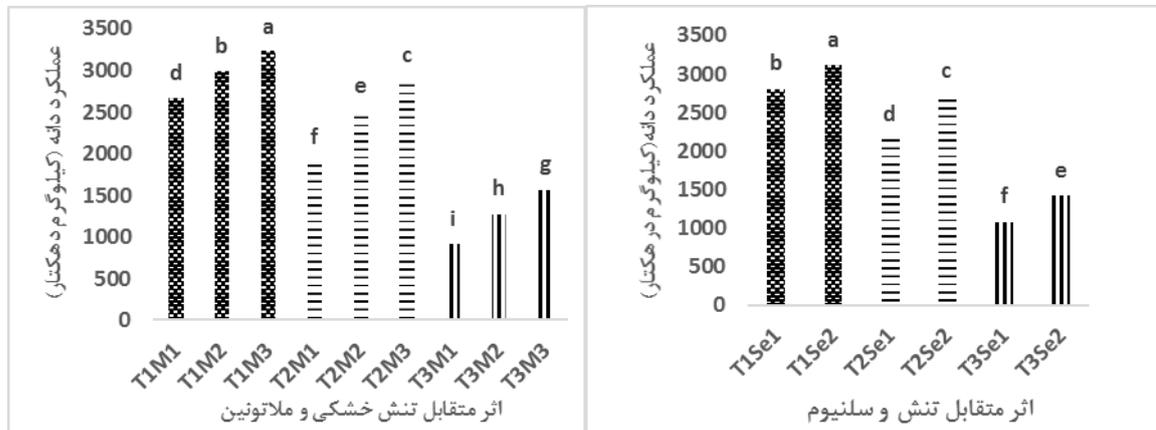
نتایج مقایسه میانگن‌های اثر اصلی تیمارها بر عملکرد دانه در شکل ۱ از چپ به راست نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش از بدون تنش (T1) به سمت تنش شدید (T3) عملکرد کاهش یافته است. شرایط تنش آبی به طور جدی رشد و نمو گیاه را تغییر می‌دهد. شرایط خشکی می‌تواند به طور قابل توجهی کیفیت و کمیت عملکرد گیاهان، به ویژه محصولات را کاهش دهد و بر بسیاری از جنبه‌های گیاهی، آناتومیکی و مورفولوژیکی تأثیر بگذارد (ادنان، ۲۰۲۰). اما در تیمارهای ملتونین و سلنیوم با افزایش سطوح ملتونین و سلنیوم عملکرد روند افزایشی داشته است (شکل ۱). همچنین این روند در تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه به عنوان اجزای عملکرد دیده می‌شود که افزایش این دو نقش مهمی در افزایش عملکرد داشته است. مقادیر R نشان می‌دهد که با افزایش سطوح ملتونین و سلنیوم میزان عملکرد دانه افزایش یافته است.



شکل ۱- اثر اصلی تنش خشکی، ملتونین و سلنیوم بر عملکرد دانه

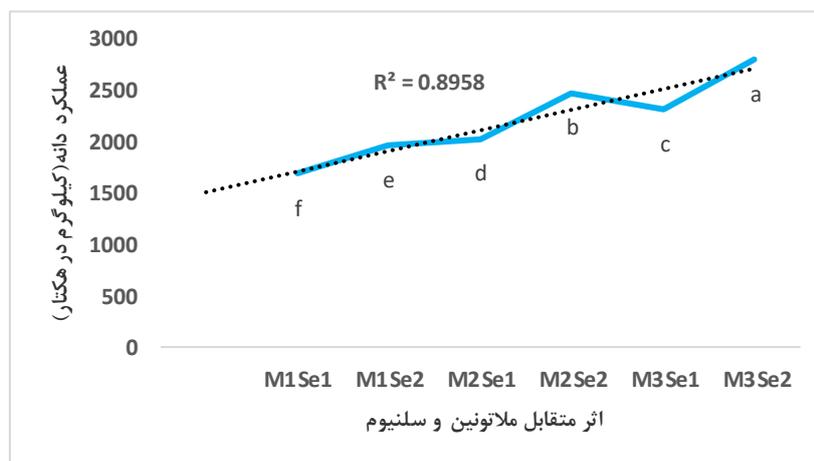
اما در اثر متقابل تیمارها در شکل ۲ از سمت چپ به راست اثر متقابل تنش خشکی و ملتونین دیده می‌شود در هر سه سطح تنش با افزایش سطوح ملتونین عملکرد در شرایط تنش افزایش یافته است. بالاترین عملکرد از تیمار بدون تنش و سطح سوم ملتونین می‌باشد که نشان می‌دهد افزایش سطوح ملتونین می‌تواند نقش مثبتی در افزایش عملکرد داشته باشد. همچنین

در تنش متوسط دیده می‌شود با افزایش سطوح ملاتونین نیز عملکرد افزایش داشته است و لذا نسبت به همین تیمار در سطوح بدون تنش فقط حدود ده درصد کاهش نشان داده است. در اثر متقابل تنش و سلیوم (شکل ۲) نتایج اثرات مثبت سلیوم در افزایش عملکرد مشاهده می‌شود، به طوری که افزایش سلیوم در عملکرد روند افزایشی را نشان می‌دهد. در هر دو اجزای عملکرد نیز همین روند افزایشی دیده می‌شود.



شکل ۲- اثر متقابل تنش خشکی و ملاتونین، اثر متقابل تنش خشکی و سلیوم بر عملکرد دانه

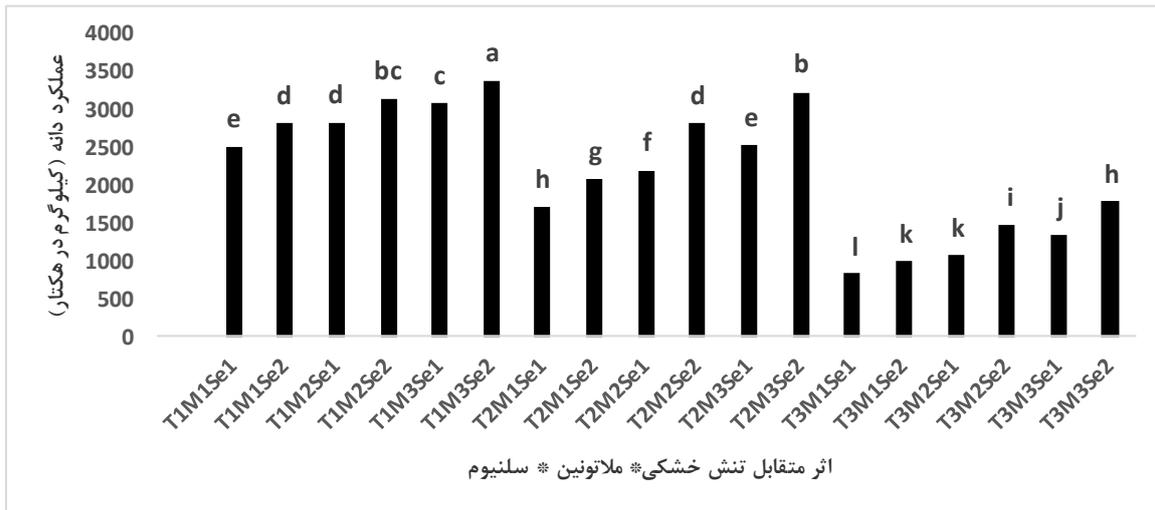
در تایید این نکته دیده می‌شود (شکل ۳) اثرات متقابل ملاتونین و سلیوم نیز با افزایش سطوح آنها عملکرد و اجزای عملکرد روند افزایشی داشته است. بطوری که بالاترین عملکرد از اثر متقابل سطح سوم ملاتونین و سطح دوم سلیوم حاصل شده است که در تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه نیز این روند دیده می‌شود که باعث افزایش عملکرد شده است.



شکل ۳- اثر متقابل ملاتونین و سلیوم بر عملکرد دانه

در اثرات متقابل سه گانه تنش، ملاتونین و سلیوم (شکل ۴) نتایج نشان داد بالاترین عملکرد (۳۳۸۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار بدون تنش و بالاترین سطوح ملاتونین و سلیوم حاصل شده است. در تنش متوسط نیز بالاترین سطوح ملاتونین و سلیوم توانسته اند با افزایش عملکرد در سطح دوم آماری قرار گیرند و نسبت با بالاترین عملکرد در تیمار بدون تنش، با مصرف آب کمتر فقط ۴/۴ درصد کاهش عملکرد نشان داده است.

در تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه نیز این روند دیده می‌شود و این اجزای عملکرد توانسته اند باعث افزایش عملکرد شوند.



شکل ۴- اثر متقابل سه گانه تنش خشکی و ملاتونین و سلنیوم بر عملکرد دانه

سلنیوم نقش مهمی در متابولیسم میکروارگانیسم‌ها و محافظت از گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی مختلف دارد. علاوه بر این، اثر سلنیوم بر روی گیاهان به غلظت آن بستگی دارد. در دوزهای پایین، می‌تواند پیری را به تأخیر بیندازد، رشد گیاه را تحریک کند، تعادل آب را تنظیم کند و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش دهد، که منجر به محافظت از گیاهان در برابر طیف وسیعی از عوامل استرس زا می‌شود (فاراگ و همکاران، ۲۰۲۲). در گیاهان گزارش شده است که سلنیوم انواع مختلف تنش را کاهش می‌دهد و باعث افزایش عملکرد می‌گردد (دانسو و همکاران، ۲۰۲۳).

نتیجه‌گیری

نتایج اثرات متقابل سه گانه تیمارها نشان داد اگر چه تیمار بدون تنش و شرایط نرمال می‌تواند به همراه ملاتونین و سلنیوم در شرایط مناسب و بدون تنش آبیاری عملکرد خوبی داشته باشد، اما در شرایط کنونی منطقه اقلید که در سال‌های اخیر با کاهش بارندگی‌ها و آب روبرو شده است، باید با مصرف آب کمتر به دنبال راه‌های مناسب جهت افزایش عملکرد محصولات باشیم. افزودن میزان مناسب ملاتونین و سلنیوم در شرایط کمبود آب می‌تواند عملکرد مناسبی داشته باشد.

منابع

علمی، ح.، احمدی موسوی ع. ا. (۱۴۰۱). ملاتونین؛ تنظیم‌کننده رشد و آنتی‌اکسیدان قوی در گیاهان. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، (۱): ۳۷-۵۴.

Adnan, M. (2020). Application of Selenium A Useful Way to Mitigate Drought Stress; A Review. Op Acc J Bio Sci & Res3(1).

Borbely, P.; Molnár, A.;Valyon, E.; Ordog, A.; Horvath-Boros,K.; Csupor, D.; Feher, A.; Kolbert, Z.The. (2021).Effect of Foliar Selenium (Se)Treatment on Growth, Photosynthesis,and Oxidative-Nitrosative Signallingof Stevia rebaudiana Leaves. journal. Antioxidants, Volume 10 (1), 72.

Cui G, Zhao X, Liu S, Sun F, Zhang C, Xi Y. (2017). Beneficial effects of melatonin in overcoming drought stress in wheat seedlings. Plant Physiology and Biochemistry, Volume 118. 138-149

Danso, O. P.; Asante-Badu,B.; Zhang, Z.; Song, J.;Wang, Z.; Yin,X.; Zhu, R. (2023). Selenium Biofortification: Strategies, Progress and Challenges. Agriculture, 13(2). 416. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020416>

Farag HAS, Ibrahim MFM, El-Yazied AA, El-Beltagi HS, El-Gawad HGA, Alqurashi M, Shalaby TA, Mansour AT, Alkhateeb AA, Farag R. (2022). Applied Selenium as a Powerful Antioxidant to

Mitigate the Harmful Effects of Salinity Stress in Snap Bean Seedlings. journal Agronomy. Volume 12(12)

Mateus, M. P. de B., Tavanti, R. F. R., Tavanti, T. R., Santos, E. F., Jalal, A., & Reis, A. R. dos. (2021). Selenium biofortification enhances ROS scavenge system increasing yield of coffee plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 209, 111772. doi:10.1016/j.ecoenv.2020.111772

Mladenov P, Aziz S, Topalova E, Renaut J, Planchon S, Raina A, Tomlekova N. (2023). Physiological Responses of Common Bean Genotypes to Drought Stress. *Agronomy*. 13(4):1022. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041022>

Onyena, A.P., Sam, K. (2025). The blue revolution: sustainable water management for a thirsty world. *Discov Sustain* 6, 63 <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00631-6>

Vogrincic, M., Cuderman, P., Kreft, I. and Stibilj, V. (2009). Selenium and its species distribution in above-ground plant parts of selenium enriched Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Analytical Sciences*, 25: 1357-1363.

The role of melatonin and selenium in increasing the resilience and yield of pinto beans under drought stress conditions

Zohreh Amini¹, Mohammad Mehdi Rahimi², Mehdi HoseiniFarahi^{3*}, Seed Mashalah Hoseini⁴, Aboalfathe Moradi⁵

1- PhD Student, Department of Agrotechnology, Yas. C., Islamic Azad University, Yasuj, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Agrotechnology, Yas. C., Islamic Azad University, Yasuj, Iran.

3- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Yas. C., Islamic Azad University, Yasuj, Iran

4- Associate Professor, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.

5- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.

*Corresponding author: mehdi.hosseinifarahi@iau.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of melatonin and selenium in increasing the resilience and yield of pinto beans under drought stress conditions in the cold region of northern Fars Province, a split factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the field of the Agricultural and Natural Resources Research Station in Eqlid County in northern Fars Province. The main factor included three levels of drought stress (normal irrigation and irrigation after 80 and 100 mm of evaporation from a class A evaporation pan). The first subfactor included three levels of melatonin (0, 100, 200, micromolar). The second subfactor included foliar spraying of selenium from a sodium selenite source at two levels (0, 5 mg/L). In this experiment, yield traits, number of pods per plant and 100-grain weight were measured. The results showed that although beans can have significant yield with stress-free irrigation and the use of melatonin and selenium supplements, in the current conditions of the Euclid region where we are facing water shortage, the use of melatonin and selenium can have an increasing effect in creating appropriate yield.

Keywords: Drought stress, Selenium, Melatonin.